

УДК 621.396

Малий О.Ю.<sup>1</sup>, Цвятков А.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> студ. гр. БК-612м НУ «Запорізька політехніка»

### **ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ ВИЯВЛЕННЯ КООРДИНАТ БПЛА**

У роботі розглянуто сенсорні методи та алгоритми підвищення точності визначення координат БПЛА на основі модифікованого методу Ньютона. Метод Ньютона вивчався з метою скорочення часу обчислення координат.

Встановлено, що для отримання достатньої точності визначення координат матриця Якобі повинна бути розрахована на перших трьох кроках ітерації.

Виходячи з недоліків існуючих систем моніторингу, а також швидкості, відповідної вирішенню задачі визначення, і спрямованості БПЛА був запропонований шлях інтеграції системи звукового моніторингу і доплерівського содару, в його пасивному прояві (рис.1).

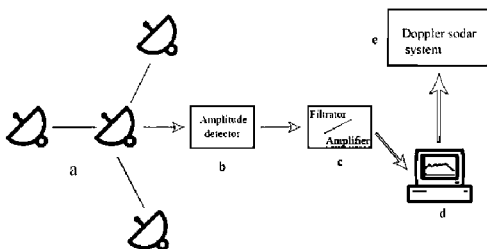


Рисунок 1 – Загальна структура запропонованої системи звукового моніторингу

В основі запропонованого методу лежать особливості принципу роботи доплерівських содарів, а саме їх залучення переважно до систем активного звукового моніторингу. На рис. 1 представлена антенна установка пасивної системи звукового моніторингу, яка в загальному вигляді включає 4 параболічні антени, виходячи з баз визначення координат місцезнаходження БПЛА диференціально-дальномірним методом.

Далі, після спектрального аналізу, в персональних і закладених системах забезпечується фільтрація сигналу, з подальшим його посиленням, для більш точного визначення характеру поведінки шуму, з подальшим визначенням участі шуму в окремих характеристиках БПЛА. звукового моніторингу.

Суть запропонованого методу полягає в тому, що після визначення оператором у навушниках (застосовується на портативних системах), або блоку прийняття рішень (застосовується для стаціонарних систем) участь шуму, який видає БПЛА після позитивного знаку. Додатково підключається доплерівський содар, для точкового визначення швидкості запланованого та виділеного БПЛА. Більш точна структурна схема запропонованого способу звукового моніторингу на основі параболічних антен наведена на рис.2.

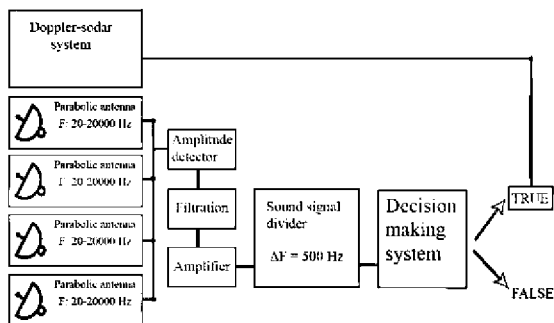


Рисунок 2 – Структурна схема запропонованого методу моніторингу звуку на основі параболічної антени

Для підвищення точності визначення БПЛА пасивними системами звукового моніторингу на основі наявності систем акустичного дослідження на основі параболічних антен і мікрофонів спрямованої дії, метод впровадження, з подальшим ускладненням системи.

Загалом в роботі розроблено метод визначення координат БПЛА, який базується на розв'язуванні системи нелінійних рівнянь, що описують похибки вимірювань за критерієм найменших квадратів. Такий метод дозволяє враховувати похибку вимірювання затримки часу приходу сигналу для кожної зі станцій окремо за рахунок введення вагових коефіцієнтів.

Удосконалений метод визначення координат БПЛА на основі модифікації методу Ньютона дозволяє значно скоротити час обчислення координат БПЛА при незначному погіршенні точності обчислення, що важливо при великій кількості БПЛА.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Panteev R.L. Modification of a method of Newton concerning the decision coordinate-route tasks passive automatic complexes maintenance of air targets / Tkachenko V. M., Korotkov V. V., Panteev R.L. // Soundtekhnik magazine. - 2012. - No 170, Page 157-161.
2. Panteev R.L. Processing of results of measurements by the passive systems of a sodar-location for the solution of coordinate- route task. / Panteev R.L. // Collection of theses of reports of the IV scientific and practical conference of students and graduate students "Instrument making prospection". - Kiev, 2011. - Page 39